

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA MAEN LIKUPANG TIMUR KABUPATEN MINAHASA UTARA PROVINSI SULAWESI UTARA

Rizki Rizal Fatah Yainahu

Tiny Mananoma, Eveline M. Wuisan

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: yainahurizki50@gmail.com

ABSTRAK

Desa Maen terletak di Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. Di desa ini terdapat sungai sebagai sumber air baku untuk perencanaan air bersih. Akibat perkembangan penduduk maka terjadi peningkatan kebutuhan air yang tidak lagi dapat dipenuhi oleh ketersediaan sumber air yang ada terutama kondisi pada saat musim panas akan terjadi kekeringan, sehingga dibutuhkan alternatif sumber air sungai yang dapat dipakai untuk memenuhi kebutuhan air bersih di desa Maen.

Perencanaan sistem air bersih dilakukan dengan cara menangkap air dari Sungai Maen ke bangunan pengolah lalu di salurkan ke reservoir kemudian didistribusikan ke penduduk melalui hidran umum dengan sistem gravitasi. Kebutuhan air bersih sebesar 1,285 l/detik dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang pertumbuhannya dianalisis dengan menggunakan regresi linier, untuk tahun 2034 dengan jumlah penduduk sebanyak 3066 jiwa. Ukuran reservoir distribusi (3,5×3×3)m. Dalam perencanaan sistem air bersih di desa Maen digunakan jenis pipa HDPE. Untuk menganalisis sistem perpipaan distribusi, menggunakan program Epanet 2.0.

Kata kunci : Desa Maen, Hidran Umum, Perencanaan Sistem Air Bersih.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air bersih sangat penting bagi kehidupan manusia dan alam sekitar. Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk serta tingkat sosial ekonomi penduduk maka kebutuhan air akan mengalami peningkatan.

Maen adalah salah satu desa yang berada di kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara yang saat ini memiliki jumlah penduduk 1476 jiwa (tahun 2014). Sebagian besar wilayah kecamatan Likupang timur merupakan kawasan yang berbukit dan juga ada beberapa desa yang terletak di daerah rendah, dan sebagian besar juga desa-desa yang berada di kecamatan ini terletak di daerah pantai. Desa Maen berdasarkan letak topografinya berada dekat dengan daerah pesisir pantai yang beriklim panas, sehingga pemakaian air oleh masyarakat ini jauh lebih besar dibandingkan dengan daerah-daerah lain yang beriklim dingin. Di daerah ini ketersediaan air yang di dukung oleh fasilitas sistem penyediaan air bersih sangat terbatas. Hal ini dikarenakan pengadaan air dari sistem layanan PDAM belum ada dan hanya

memanfaatkan air sumur yang juga kualitas airnya tidak terjamin untuk kebutuhan air bersih masyarakat setempat.

Mengingat peran air bersih yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia maka perlu upaya perencanaan sistem penyediaan air bersih dengan sumber air baku berasal dari sungai Maen dan di dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di desa Maen.

Rumusan Masalah

- Ketersediaan air bersih tidak mencukupi untuk seluruh desa.
- Sumber air bersih saat ini hanya memanfaatkan air sumur, yang menjadi kering pada musim kemarau.

Pembatasan Masalah

- Daerah yang di tinjau adalah desa Maen dan sumber air baku pada sungai Maen
- Kebutuhan air bersih hanya pada keperluan domestik dan non domestik.
- Perhitungan detail struktur bangunan air dan Pengolahan air tidak dibahas.
- Sistem pendistribusian air bersih dimulai dari titik tangkapan kemudian berakhir pada hidran umum.

Tujuan Penulisan

- Menganalisis kebutuhan air bersih di desa Maen sampai pada tahun 2034.
- Menganalisis sumber air baku di sungai Maen dan kapasitas ketersediaannya untuk memenuhi kebutuhan air bersih di desa Maen sampai pada tahun 2034.
- Mendesain perencanaan sistem penyediaan air bersih yang mampu melayani kebutuhan di desa Maen sampai pada tahun 2034.

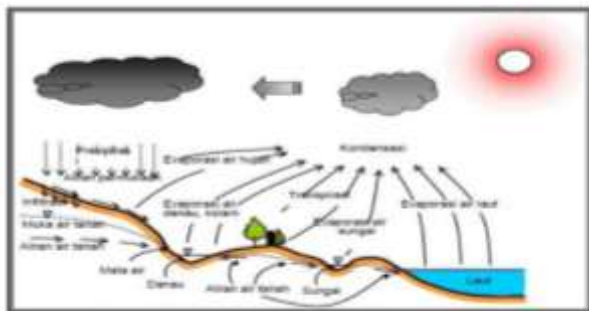
Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan menjadi masukan untuk mendukung perencanaan distribusi air bersih di Desa Maen.

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi menurut Soemarto (1987) adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau benuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Secara sederhana siklus hidrologi dapat ditujukan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Siklus Hidrologi
Sumber : Soemarto (1987)

Siklus hidrologi sebenarnya tidaklah sesederhana seperti yang digambarkan. Yang pertama daur tersebut dapat merupakan daur pendek, yaitu misalnya hujan yang jatuh di laut, danau atau sungai yang segera dapat mengalir kembali ke laut.

Sumber Air

Sumber air yang dapat difungsikan untuk penyediaan air bersih digolongkan menjadi 4, yaitu:

- Air Laut
- Air Hujan
- Air Permukaan
- Air tanah

Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut :

- Persyaratan Kualitatif
- Persyaratan Kuantitatif
- Persyaratan Kontinuitas

Sungai

Sungai dapat didefinisikan sebagai saluran di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah yang melalui saluran itulah air dapat mengalir dari darat ke laut.

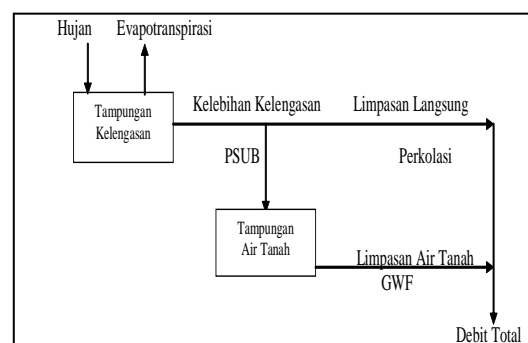
Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah penguapan yang terjadi dari permukaan lahan yang di tumbuh tanaman. Nilai evapotranspirasi merupakan penjumlahan dari evaporasi (*evaporation*) dan transpirasi (*transpiration*) secara bersama-sama. Evaporasi adalah berubahnya air menjadi uap air dari permukaan tanah maupun permukaan air, sedangkan transpirasi merupakan penguapan melalui tubuh tanaman yaitu pada daun melalui stomata sebagai proses fisiologis.

Dalam prakteknya ada dua pengertian tentang evapotranspirasi yaitu evapotranspirasi yang terjadi dalam keadaan air cukup tersedia, dan evapotranspirasi terbatas. Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi yang terjadi dengan mempertimbangkan konfigurasi tanaman (vegetasi), permukaan tanah dan jumlah hari hujan.

Debit Hujan

Salah satu model hujan aliran yang relatif sederhana adalah model NRECA. *National Rural Electric Cooperative Association* di amerika mengembangkan suatu model hidrologi untuk *Hydrologic estimatesfor small hydroelectric projects*.



Gambar 2 Diagram alir model NRECA

Model tersebut dikembangkan oleh Norman H. Crawford dan Steven M. Thurin (1981). Model NRECA digunakan untuk memperkirakan debit bulanan yang berdasar pada hujan bulanan. Konsep dari metode NRECA memerlukan input utama berupa data hujan dan evapotranspirasi aktual.

Debit Andalan

Debit andalan adalah debit sungai yang diharapkan selalu ada sepanjang tahun. Diperoleh dengan membuat terlebih dahulu garis durasi untuk debit-debit yang disamai atau dilampaui, kemudian ditetapkan suatu andalan berupa suatu frekuensi kejadian yang didalamnya terdapat paling sedikit satu kegagalan.

Andalan yang didasarkan atas frekuensi/probabilitas kejadian dirumuskan sebagai berikut:

$$P_1 = \frac{m_1}{n_1 + 1} \times 100 \% \quad (1)$$

Dengan :

P_1 = probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan.

m_1 = nomor urut kejadian, dengan urutan variasi dari besar ke kecil.

n_1 = jumlah data

Penerapan rumus tersebut diartikan bahwa jika ditetapkan andalan sebesar 90% berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit lebih kecil dari debit andalan sebesar 10% dari banyaknya pengamatan.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan untuk memproyeksikan jumlah kebutuhan air masyarakat pada tahun rencana yaitu sampai dengan tahun 2034. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dapat dilakukan dengan menggunakan analisis regresi. Digunakan 3 analisis regresi agar dapat memperoleh jumlah penduduk tahun rencana.

Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih dapat meliputi beberapa hal seperti : kebutuhan air bersih, irigasi, peternakan, dan industri. Pembahasan berikut ini akan membahas tentang kebutuhan air bersih.

Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik diperkirakan dengan menggunakan angka pemakaian air per kapita per hari dan standar kebutuhan air dari Ditjen

Cipta Karya. Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk untuk tahun rencana. Menurut Ditjen Cipta Karya kebutuhan air baku untuk pedesaan yaitu 30 lt/orang/hari.

$$\text{Kebutuhan air domestik (Qd)} = \text{Jumlah penduduk} \times 30 \text{ liter/orang/hari} \quad (2)$$

Tabel 1 Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran umum (hu)	10 l/orang/hari
2	Sambungan rumah (sr)	90 l/orang/hari
3	Lingkup pelayanan	60-100%
4	Perbandingan hu-sr	20:80 - 50:50
5	Kebutuhan non domestik	5%
6	Kehilangan air akibat kebocoran	15%
7	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 x sr
8	Pelayanan hu	100 orang/unit
9	Pelayanan sr	10 orang/unit
10	Jumlah operasi	12 jam/hari
11	Aliran max hu	3000 l/jam/hari
12	Aliran max sr	900 l/hari
13	Periode perencanaan	10 tahun

Sumber : (Pedoman teknis penyediaan air bersih IKK pedesaan, 1990)

Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik dapat dihitung berdasarkan persentase kebutuhan non domestik yang dikalikan dengan kebutuhan air domestik, dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_n = Q_d \times 5\% \quad (3)$$

Dimana :

Q_n = Kebutuhan air non domestik

Q_d = Kebutuhan air domestik

Kehilangan Air

Kehilangan air dapat dihitung berdasarkan besarnya kebutuhan domestik dan non domestik, dikalikan dengan persentase kehilangan air yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a \quad (4)$$

Dimana :

Q_n = Kebutuhan air non domestik

Q_d = Kebutuhan air domestik

r_a = Presentase kehilangan air

Kebutuhan Air Total

Merupakan total dari kebutuhan air domestik, non domestik dan kehilangan air. Ditunjukkan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad (5)$$

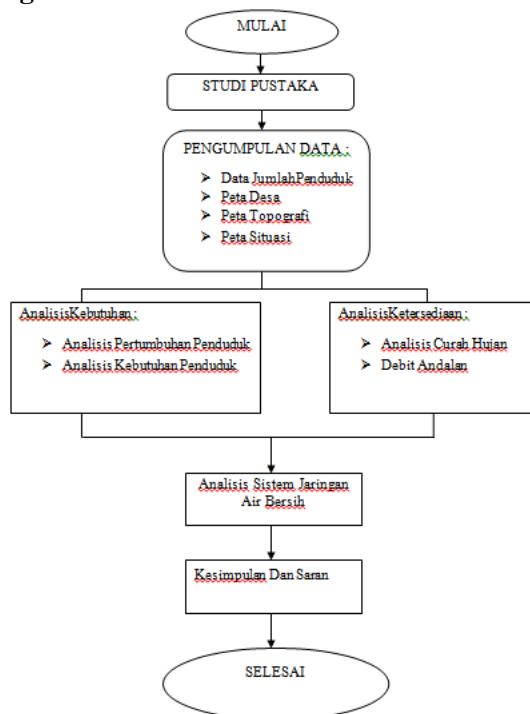
Dimana :

Q_t = Kebutuhan air total
 Q_d = Kebutuhan air domestik
 Q_n = Kebutuhan air non domestik
 Q_a = Kehilangan air

Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Berdasarkan ketentuan yang sudah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15-1,25 dikali dengan kebutuhan air total. Dan untuk kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,65-2,00 dikali dengan kebutuhan air total.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air

Berdasarkan topografi dan kondisi desa Maen, maka dalam perhitungan digunakan analisis hidrologi karena sumber dari ketersediaan air untuk desa Maen bersumber dari sungai yang terletak berdekatan dengan desa tersebut.

Perhitungan Debit

Metode yang digunakan untuk perhitungan debit adalah Metode NRECA. Perhitungan awal

menggunakan data tahun 2014 kemudian dikalibrasi. Dalam proses kalibrasi tersebut memerlukan data debit pengamatan. Debit pengamatan Sungai Maen sebesar 0,01869 m³/detik untuk bulan November 2014.

Penjelasan perhitungan sebagai berikut :

1. Memberikan nama bulan pada kolom (1)
2. Memberikan jumlah hari untuk setiap bulan pada kolom (2)
3. Pada kolom (3) memasukkan data curah hujan tahun 2014
4. Kolom (4) .Nilai evapotranspirasi di peroleh dari tabel.
5. Penyimpanan kadar kelembaban tanah (*moisture storage*)

Kondisi awal kelembaban tanah diambil nilai dari parameter STORAGE dan selanjutnya akan di sesuaikan pada kolom (5). Dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Moisture Storage (i)} &= \text{Moisture Storage (i-1)} \\
 &\times \text{Delta Storage (i-1)} \\
 &= 6077,8 \times 1 \\
 &= 6077,8657
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai dari *Moisture Storage*, ada nilai parameter awal yang terdapat di bawah ini :

PSUB = 0,5 untuk daerah tangkapan hujan yang normal/biasa

- 0,5 < PSUB ≤ 0,9, untuk daerah dengan akuifer permeable yang besar
- 0,2 ≤ PSUB < 0,5, untuk daerah dengan ekuifer terbatas dan lapisan tanah yang tipis
- GWF = 0,5, untuk daerah tangkapan hujan yang normal/biasa
- 0,5 < GWF ≤ 0,9, untuk daerah yang memiliki tampungan air yang kecil (*base flow* kecil)
- 0,2 ≤ GWF < 0,5, untuk daerah yang memiliki tampungan air yang dapat diandalkan (*base flow* besar)
- SMS (*Soil Moisture Storage*), Nilai SMS tidak ada batasan, tapi perlu diperhatikan fluktuasinya agar seimbang.
- CROFT (*Crop Factor*) berkisar antara 0,9 sampai 1,1

Setelah itu untuk mengetahui nilai *Moisture Storage* yang terdapat seperti di bawah ini, maka diperlukan cara coba-coba dan akan berhenti jika sudah sesuai dengan debit lapangan yang di ukur.

$$\begin{aligned}
 \text{PSUB} &= 0,6232 \\
 \text{GWF} &= 0,2619 \\
 \text{SMS} &= 6077,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{GWS} &= 0,2404 \text{ mm} \\ \text{CROFT} &= 0.9598 \\ \text{INTENSITY} &= 0,1629\end{aligned}$$

6. Rasio Penyimpanan (*Storage Ratio*) , pada kolom (6)

Dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\text{Storage Ratio (i)} &= \frac{\text{Moisture storage (i)}}{\text{NOMINAL}} \\ \text{Nominal} &= 100 + C \times \text{hujan rata-rata tahunan (mm)} \\ &= 100 + 0,25 (2479,3 \text{ mm}) \\ &= 719,825\end{aligned}$$

$$\text{Maka Sr} = 5992,918/719,825 = 8,3255$$

7. Menghitung angka perbandingan antara hujan dan evapotranspirasi potensial. kolom (7) = Kolom (3) / Kolom (4)

8. Dengan persamaan :

$$\begin{aligned}R &= P/PET \\ &= 58,3889 / 14,6676 \\ &= 3,9808\end{aligned}$$

9. Evapotranspirasi aktual pada kolom (9)

Dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\text{AET} &= k1 \times PET \times \text{CROFT} \\ &= 1 \times 14,6676 \times 0.9598 \\ &= 14,0783\end{aligned}$$

Dimana :

$k1$ = koefisien evapotranspirasi yang tergantung pada nilai R dan *Storage ratio*, dengan menggunakan persamaan regresi sebagai berikut :

- Bila $R < 1$ dan *storage ratio* < 2 maka :
 $k1 = P/PET (1 - 0,5 \times \text{Storage ratio}) + 0,5 \times \text{Storage ratio}$
- Bila $P/PET \geq 1$ atau *Storage ratio* ≥ 2 maka
 $k1 = 1$ (kolom 8)

10. Neraca air (*water balance*) pada kolom (10)

Dengan persamaan :

$$\begin{aligned}Wb &= P - \text{AET} \\ &= 58,3889 - 14,0783 \\ &= 44,3106\end{aligned}$$

11. Ratio kelebihan kelembaban tanah(*excess moisture ratio*) pada kolom (11)

- Untuk *Water balance* ≤ 0 , maka *Excess moisture ratio* = 0
- Untuk *Water balance* > 0 , maka di hitung dengan persamaan :
 $\text{Excess moisture ratio} = 0,5 \times (1 + \text{Tanh}(x))$

Dimana :

$$\begin{aligned}\text{Excess moisture ratio} &= \text{ratio kelebihan kelembaban tanah} \\ &\times \\ &= (\text{Storage ratio} - 1)/0,52\end{aligned}$$

$$\text{Tanah} = \{\exp(x) - \exp(-x)\} / \{\exp(x) + \exp(-x)\}$$

$$x = (8,3255 - 1) / 0,52 = 14,0875$$

Excess moisture ratio

$$\begin{aligned}&= 0,5 \times \{1 + \{\exp(14,0875) - \exp(-(14,0875))\} / \{\exp(14,0875) + \exp(-(14,0875))\}\} = 1\end{aligned}$$

12. Kelebihan kelembaban tanah(*excess moisture*) pada kolom (12)

Bisa di hitung dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}\text{Excess moisture} &= \text{excess moisture ratio} \times \text{water balance} \\ &= 1 \times 44,3106 = 44,3106\end{aligned}$$

13. Perubahan tampungan (*delta storage*) pada kolom (13)

Dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\text{Delta storage} &= \text{water balance} - \text{excess moisture} \\ &= 44,3106 - 44,306 = 0,0000\end{aligned}$$

14. Pengisian air tanah (*recharge to ground water*) pada kolom (14)

Harga pengisian air tanah di dapatkan dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\text{Recharge to ground water} &= \text{PSUB} \times \text{excess moisture} \\ &= 0.6232 \times 44,3106 = 27,614 \text{ mm}\end{aligned}$$

15. Tampungan awal air tanah (*begin storage ground water*) pada kolom (15)

Harga tampungan awal air tanah untuk bulan pertama adalah sama dengan harga GWS. Dan untuk bulan berikutnya akan di hitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\text{BSGW (i)} &= \text{ESGW (i-1)} - \text{GF (i-1)} \\ \text{Bulan Januari} &= 0,2404 \text{ mm} \\ \text{Bulan Februari} &= 82,2123 - 21,5289 \\ &= 60,6834 \text{ mm}\end{aligned}$$

16. Tampungan akhir air tanah (*end storage ground water*) pada kolom (16)

Dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\text{ESGW (i)} &= \text{Recharge to ground water (i)} + \text{BSGW} \\ &= 27,6154 + 60,6834 = 88,2988 \text{ mm}\end{aligned}$$

17. Limpasan air tanah (*ground water flow*) pada kolom (17)

Harga ini didapatkan dari persamaan :

$$\begin{aligned}\text{GF} &= \text{GWF} \times \text{ESGW} \\ &= 0,2619 \times 88,2988 = 23,122 \text{ mm}\end{aligned}$$

18. Limpasan langsung (*direct flow*) pada kolom (18)

Nilai ini didapatkan dari hasil persamaan :

$$\begin{aligned}\text{Direct flow} &= \text{excess moisture} - \text{recharge to ground water} \\ &= 44,3106 - 27,614 = 16,69 \text{ mm}\end{aligned}$$

19. Total Limpasan (Q)

Debit total adalah penjumlahan dari limpasan tanah dan limpasan langsung, seperti pada persamaan berikut :

$$Q = GF + DRF \text{ (mm)}$$

$$= 16,69 + 23,122 = 39,81 \text{ mm}$$

$$QRO = Q \times \text{luas catchment} / 1000/24/3600 / \text{jumlah hari dalam bulan}$$

$$= 39,81 \times 7,65 / 1000/24/3600/30$$

$$= 0,1175 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Tabel 2 Rekapitulasi Debit Tahun 2014

Bulan	Debit	Nomor	Debit	%
Jan	0,133231397	73	0,017165	85,88235
Feb	0,149976523	74	0,016255	87,05882
Mar	0,1606217363	75	0,015682	88,23529
Apr	0,150041069	76	0,014563	89,41176
May	0,134506046	77	0,014478	90,58824
Jun	0,118567568	78	0,012261	91,76471
Jul	0,110293663	79	0,011202	92,94118
Aug	0,074670569	80	0,010761	94,11765
Sep	0,100005127	81	0,00905	95,29412
Oct	0,100328511	82	0,00867	96,47059
Nov	0,117518137	83	0,008268	97,64706
Dec	0,145093186	84	0,007943	98,82353

$$90\% = 0,0145 + \frac{0,0145 - 0,0146}{89,4118 - 90,5882} \times 90 - 89,4118 = 0,0145 \text{ m}^3/\text{sec} = 14,5204 \text{ liter/sec}$$

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Untuk proyeksi jumlah kebutuhan air domestik tahun-tahun rencana lainnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 3 Kebutuhan Air Domestik Desa Maen Kecamatan Likupang Timur

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (l/hari)
2015	1574	47223
2016	1653	49578
2017	1731	51933
2018	1810	54288
2019	1888	56643
2020	1967	58998
2021	2045	61353
2022	2124	63708
2023	2202	66063
2024	2281	68418
2025	2359	70773
2026	2438	73128
2027	2516	75483
2028	2595	77838
2029	2673	80193
2030	2752	82548
2031	2830	84903
2032	2909	87258
2033	2987	89613
2034	3066	91968

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Untuk proyeksi jumlah kebutuhan air non domestik tahun-tahun rencana lainnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 4 Kebutuhan Air Non Domestik Desa Maen Kecamatan Likupang Timur

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Q _d)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Q _n)	
	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik
2015	47223	0,547	2361	0,027
2016	49578	0,574	2479	0,029
2017	51933	0,601	2597	0,030
2018	54288	0,628	2714	0,031
2019	56643	0,656	2832	0,033
2020	58998	0,683	2950	0,034
2021	61353	0,710	3068	0,036
2022	63708	0,737	3185	0,037
2023	66063	0,765	3303	0,038
2024	68418	0,792	3421	0,040
2025	70773	0,819	3539	0,041
2026	73128	0,846	3656	0,042
2027	75483	0,874	3774	0,044
2028	77838	0,901	3892	0,045
2029	80193	0,928	4010	0,046
2030	82548	0,955	4127	0,048
2031	84903	0,983	4245	0,049
2032	87258	1,010	4363	0,050
2033	89613	1,037	4481	0,052
2034	91968	1,064	4598	0,053

Analisis Kehilangan Air

Untuk analisis kehilangan air tahun-tahun rencana lainnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 5 Kehilangan Air

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Q _d)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Q _n)		Kehilangan Air (Q _h)	
	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik	l/hari	l/detik
2015	47223	0,547	2361	0,027	7438	0,088
2016	49578	0,574	2479	0,029	7869	0,090
2017	51933	0,601	2597	0,030	8179	0,095
2018	54288	0,628	2714	0,031	8550	0,099
2019	56643	0,656	2832	0,033	8921	0,103
2020	58998	0,683	2950	0,034	9292	0,108
2021	61353	0,710	3068	0,036	9663	0,112
2022	63708	0,737	3185	0,037	10034	0,118
2023	66063	0,765	3303	0,038	10405	0,120
2024	68418	0,792	3421	0,040	10776	0,125
2025	70773	0,819	3539	0,041	11147	0,128
2026	73128	0,846	3656	0,042	11518	0,133
2027	75483	0,874	3774	0,044	11889	0,138
2028	77838	0,901	3892	0,045	12259	0,142
2029	80193	0,928	4010	0,046	12630	0,146
2030	82548	0,955	4127	0,048	13001	0,150
2031	84903	0,983	4245	0,049	13372	0,155
2032	87258	1,010	4363	0,050	13743	0,159
2033	89613	1,037	4481	0,052	14114	0,163
2034	91968	1,064	4598	0,053	14485	0,168

Analisis Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Tabel 6 Kebutuhan Air Total

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (Q_d) l/detik	Kebutuhan Air Non Domestik (Q_n) l/detik	Kehilangan Air (Q_h) l/detik	Kebutuhan Air Total (Q_t) l/detik
2015	0,547	0,027	0,086	0,660
2016	0,574	0,029	0,090	0,693
2017	0,601	0,030	0,095	0,726
2018	0,628	0,031	0,099	0,759
2019	0,656	0,033	0,103	0,792
2020	0,683	0,034	0,108	0,825
2021	0,710	0,036	0,112	0,857
2022	0,737	0,037	0,116	0,890
2023	0,765	0,038	0,120	0,923
2024	0,792	0,040	0,125	0,956
2025	0,819	0,041	0,129	0,989
2026	0,846	0,042	0,133	1,022
2027	0,874	0,044	0,138	1,055
2028	0,901	0,045	0,142	1,088
2029	0,928	0,046	0,146	1,121
2030	0,955	0,048	0,150	1,154
2031	0,983	0,049	0,155	1,187
2032	1,010	0,050	0,159	1,219
2033	1,037	0,052	0,163	1,252
2034	1,064	0,053	0,168	1,285

Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

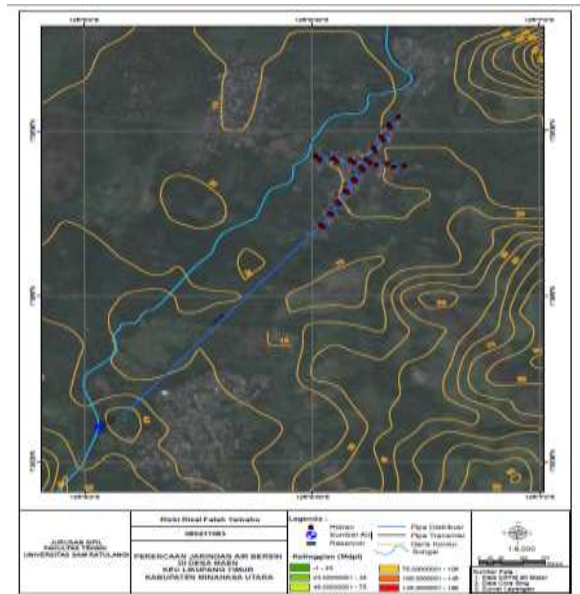
Untuk perhitungan kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak tahun-tahun rencana lainnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 7 Kebutuhan Air Harian Maksimum, dan Jam Puncak

Tahun	Debit Total	Debit Harian Max	Debit Jam Puncak
	(Q_t)	(Q_m)	(Q_p)
	(l/detik)	(l/detik)	(l/detik)
(1)	(2)	(3) = $1,25 \times (2)$	(4) = $1,75 \times (2)$
2015	0,660	0,825	1,155
2016	0,693	0,866	1,213
2017	0,726	0,907	1,270
2018	0,759	0,948	1,328
2019	0,792	0,990	1,385
2020	0,825	1,031	1,443
2021	0,857	1,072	1,501
2022	0,890	1,113	1,558
2023	0,923	1,154	1,616
2024	0,956	1,195	1,673
2025	0,989	1,236	1,731
2026	1,022	1,278	1,789
2027	1,055	1,319	1,846
2028	1,088	1,360	1,904
2029	1,121	1,401	1,961
2030	1,154	1,442	2,019
2031	1,187	1,483	2,077
2032	1,219	1,524	2,134
2033	1,252	1,566	2,192
2034	1,285	1,6066	2,2493

Desain Sistem Jaringan Air Bersih

Rencana system (*system plan*) penyediaan air bersih di desa Maen dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3 Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di desa Maen

(Sumber : Hasil Analisis Program Arc GIS)



Gambar 4 Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di desa Maen

(Sumber : Hasil Analisis Program Arc GIS)

Node ID	Execution in	Exec. Consumed 1.2%	Used in	Percentage in
Arctic Inu2	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu3	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu4	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu5	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu6	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu7	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu8	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu9	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu10	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu11	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu12	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu13	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu14	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu15	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu16	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu17	10	0.1172	39.50	29.50
Arctic Inu18	10	0.1172	39.50	29.50

Asset	Value	Cost	Gain
Asset 1	100	100	0
Asset 2	100	100	0
Asset 3	100	100	0
Asset 4	100	100	0
Asset 5	100	100	0
Asset 6	100	100	0
Asset 7	100	100	0
Asset 8	100	100	0
Asset 9	100	100	0
Asset 10	100	100	0
Asset 11	100	100	0
Asset 12	100	100	0
Asset 13	100	100	0
Asset 14	100	100	0
Asset 15	100	100	0
Asset 16	100	100	0
Asset 17	100	100	0
Asset 18	100	100	0
Asset 19	100	100	0
Asset 20	100	100	0
Asset 21	100	100	0
Asset 22	100	100	0
Asset 23	100	100	0
Asset 24	100	100	0
Asset 25	100	100	0
Asset 26	100	100	0
Asset 27	100	100	0
Asset 28	100	100	0
Asset 29	100	100	0
Asset 30	100	100	0
Asset 31	100	100	0
Asset 32	100	100	0
Asset 33	100	100	0
Asset 34	100	100	0
Asset 35	100	100	0
Asset 36	100	100	0
Asset 37	100	100	0
Asset 38	100	100	0
Asset 39	100	100	0
Asset 40	100	100	0
Asset 41	100	100	0
Asset 42	100	100	0
Asset 43	100	100	0
Asset 44	100	100	0
Asset 45	100	100	0
Asset 46	100	100	0
Asset 47	100	100	0
Asset 48	100	100	0
Asset 49	100	100	0
Asset 50	100	100	0
Asset 51	100	100	0
Asset 52	100	100	0
Asset 53	100	100	0
Asset 54	100	100	0
Asset 55	100	100	0
Asset 56	100	100	0
Asset 57	100	100	0
Asset 58	100	100	0
Asset 59	100	100	0
Asset 60	100	100	0
Asset 61	100	100	0
Asset 62	100	100	0
Asset 63	100	100	0
Asset 64	100	100	0
Asset 65	100	100	0
Asset 66	100	100	0
Asset 67	100	100	0
Asset 68	100	100	0
Asset 69	100	100	0
Asset 70	100	100	0
Asset 71	100	100	0
Asset 72	100	100	0
Asset 73	100	100	0
Asset 74	100	100	0
Asset 75	100	100	0
Asset 76	100	100	0
Asset 77	100	100	0
Asset 78	100	100	0
Asset 79	100	100	0
Asset 80	100	100	0
Asset 81	100	100	0
Asset 82	100	100	0
Asset 83	100	100	0
Asset 84	100	100	0
Asset 85	100	100	0
Asset 86	100	100	0
Asset 87	100	100	0
Asset 88	100	100	0
Asset 89	100	100	0
Asset 90	100	100	0
Asset 91	100	100	0
Asset 92	100	100	0
Asset 93	100	100	0
Asset 94	100	100	0
Asset 95	100	100	0
Asset 96	100	100	0
Asset 97	100		

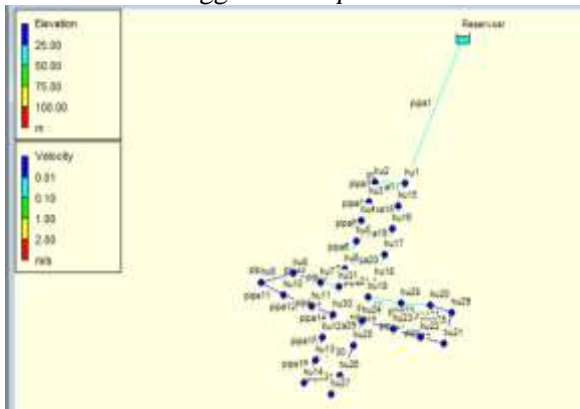
Study ID	Elevation m	Basin Discharge LPS	Head m	Pressure m
June-hu22	10	0.072	35.95	25.90
June-hu27	10	0.072	35.98	25.98
June-hu24	10	0.072	35.90	25.90
June-hu20	10	0.072	35.98	25.90
June-hu18	10	0.072	35.90	25.90
June-hu17	10	0.072	35.96	25.90
June-hu16	10	0.072	35.98	25.90
June-hu15	10	0.072	35.95	25.90
June-hu11	10	0.072	35.98	25.98
June-hu31	10	0.072	35.98	25.95
June-hu19	10	0.072	35.98	25.90
June-hu30	10	0.072	35.98	25.98
June-hu29	10	0.072	35.90	25.90
June-hu28	10	0.072	35.98	25.90
Plotted Piezometer	40	400.0	40.00	0.00

Lab ID	Length (m)	Mass (kg)	Frequency (Hz)	Phase (°)	Velocity (m/s)	Grid Number (m/s)
Test point 1	72	102.4	1.00	0.07	0.08	0.05
Test point 2	72	102.4	1.00	0.10	0.08	0.05
Test point 3	72	102.4	1.00	0.01	0.10	0.05
Test point 4	72	102.4	1.00	0.00	0.02	0.05
Test point 5	72	102.4	1.00	0.06	0.10	0.05
Test point 6	1000	102.4	1.00	0.15	0.06	0.05
Test point 7	72	102.4	1.00	0.11	0.10	0.05
Test point 8	72	102.4	1.00	0.09	0.08	0.05
Test point 9	72	102.4	1.00	0.09	0.08	0.05
Test point 10	72	102.4	1.00	0.04	0.08	0.05
Test point 11	72	102.4	1.00	0.02	0.08	0.05
Test point 12	58	102.4	1.00	0.12	0.08	0.05
Test point 13	72	102.4	1.00	0.00	0.02	0.05
Test point 14	72	102.4	1.00	0.08	0.08	0.05
Test point 15	72	102.4	1.00	0.06	0.08	0.05
Test point 16	72	102.4	1.00	0.04	0.08	0.05
Test point 17	72	102.4	1.00	0.10	0.08	0.05
Test point 18	72	102.4	1.00	0.17	0.08	0.05

Tabel 12 Link Parameter Jaringan Air Bersih Desa Maen

Link ID	Length m	Diameter mm	Height mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/m
Pipe post0	72	952.4	130	0.06	0.07	0.00
Pipe post1	72	952.4	130	0.04	0.05	0.00
Pipe post2	72	952.4	130	0.17	0.07	0.00
Pipe post3	72	952.4	130	0.05	0.07	0.00
Pipe post4	72	952.4	130	0.13	0.05	0.00
Pipe post5	72	952.4	130	0.11	0.07	0.00
Pipe post6	72	952.4	130	0.08	0.08	0.00
Pipe post7	72	952.4	130	0.02	0.08	0.00
Pipe post8	72	952.4	130	0.04	0.07	0.00
Pipe post9	72	952.4	130	0.09	0.08	0.00
Pipe post10	72	952.4	130	0.06	0.08	0.00
Pipe post11	72	952.4	130	0.17	0.07	0.00
Pipe post12	72	952.4	130	0.05	0.07	0.00
Pipe post13	72	952.4	130	0.04	0.08	0.00
Pipe post14	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post15	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post16	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post17	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post18	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post19	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post20	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post21	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post22	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post23	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post24	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post25	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post26	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post27	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post28	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post29	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post30	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post31	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post32	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post33	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post34	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post35	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post36	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post37	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post38	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post39	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post40	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post41	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post42	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post43	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post44	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post45	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post46	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post47	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post48	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post49	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post50	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post51	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post52	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post53	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post54	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post55	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post56	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post57	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post58	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post59	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post60	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post61	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post62	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post63	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post64	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post65	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post66	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post67	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post68	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post69	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post70	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post71	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post72	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post73	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post74	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post75	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post76	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post77	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post78	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post79	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post80	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post81	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post82	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post83	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post84	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post85	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post86	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post87	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post88	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post89	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post90	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post91	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post92	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post93	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post94	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post95	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post96	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post97	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post98	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post99	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00
Pipe post100	72	952.4	130	0.10	0.07	0.00

Gambar 8 Skema Sistem Perencanaan Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0



Pembahasan

- Proyeksi pertumbuhan penduduk untuk 20 tahun ke depan dihitung menggunakan 3 metode analisis regresi, yaitu analisis regresi linier, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial. Namun, berdasarkan hasil analisis, diperoleh analisis regresi terbaik dengan r^2 terbesar dan Se terkecil adalah analisis regresi linier dengan jumlah penduduk pada tahun 2034 mencapai 3066 orang.
- Kebutuhan air total yang dibutuhkan di desa Maen sampai 20 tahun mendatang adalah sebesar 1,285 l/detik atau 36,211 l/orang/hari.

- Untuk sistem penyediaan air bersih, menggunakan sambungan hidran umum. Dengan 31 hidran umum untuk jumlah penduduk 3066 orang dan kebutuhan debit tiap hidran sebesar 0,072 l/detik.
- Dalam perencanaan sistem jaringan air bersih di desa Maen untuk tipe pengaliran menggunakan tipe pengaliran gravitasi (*gravity system*). Karena letak sungai berada pada elevasi 50 m di atas permukaan laut, dan elevasi pada desa Maen berada pada elevasi 10 m di atas permukaan laut.
- Reservoir distribusi dengan kapasitas berguna 27,7 m³ dan ukuran reservoir (3,5×3×3) m
- Perhitungan sistem distribusi menggunakan program *Epanet 2.0*. Dari analisis menggunakan *Epanet 2.0*. Ini bisa dilihat bahwa air dapat dialirkan ke seluruh hidran umum pada daerah layanan dengan tekanan dan kecepatan yang cukup.

KESIMPULAN

- Kebutuhan air bersih di desa Maen pada tahun 2034 sebesar 1,285 l/detik.
- Sistem penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih sebesar 1,285 l/detik adalah sebagai berikut :
 - Sumber air baku yang digunakan adalah berasal dari sungai Maen dengan debit sebesar 0,0145 m³/detik.
 - Air dialirkan secara gravitasi ke reservoir yang berukuran (3,5×3×3)m.
 - Air bersih di distribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 31 buah Hidran Umum yang tersebar di desa Maen.
 - Untuk mengalirkan air dari sungai ke reservoir digunakan pipa yang berdiameter 6". Setelah air mencapai reservoir, air tersebut di alirkan kehidran-hidran yang ada di desa Maen dengan diameter pipa 3".

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Irianto, 2004, *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangan*, Prenada Media, Jakarta, Hal 158,182,186,187
- Anonimous, 1990, *Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan*, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU, Jakarta.
- Anonimous, 2010, *Buku Manual Program Epanet*,

<http://darmadi18.files.wordpress.com/2010/11/buku-manual-program-epanetversibahasaindonesia.pdf>

Anonimous, 2004, *El Cedro Canal Intake in the CEA Project*,
<http://iecca.net/iecca2004/images/experi14.jpg>

Anonimous, 2011, *Sistem Penyediaan Air Bersih*, hal 36;40-44,47-55;71-74.
http://adiprawito.dosen.narotama.ac.id/files/2011/10/BAB_VII_sistem_penyedian_air_bersih.pdf

Bambang Triadmodjo,2008, *HIDROLIKA II*, Beta Offiset, Yogyakarta,hal 2-5.

Hajia Muhammad Chaiddir, 2015, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Taratara Kecamatan Tomohon Barat*. Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hal 41-59

Nelwan Fenny, 2013, *Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori*, Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hal 4-14

Posumah Giovanni David, 2015, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Paputungan Kecamatan Likupang Barat Minahasa Utara*,Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hal 37-40,46-57.

Radiana Triatmadja,2007. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta, hal 2-17,2-18,2-19,3-37,3-38,3-39,3-62.

Sutrisno, C. Totok, 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, PT Bina Aksara, Jakarta, hal 16-19

Soemarto C.D,1987. *Hidrologi Teknik*, usaha nasional, Surabaya hal 13-15

Tanudjaja, L, 2011. *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal 57-61,66-68,71-74.